

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

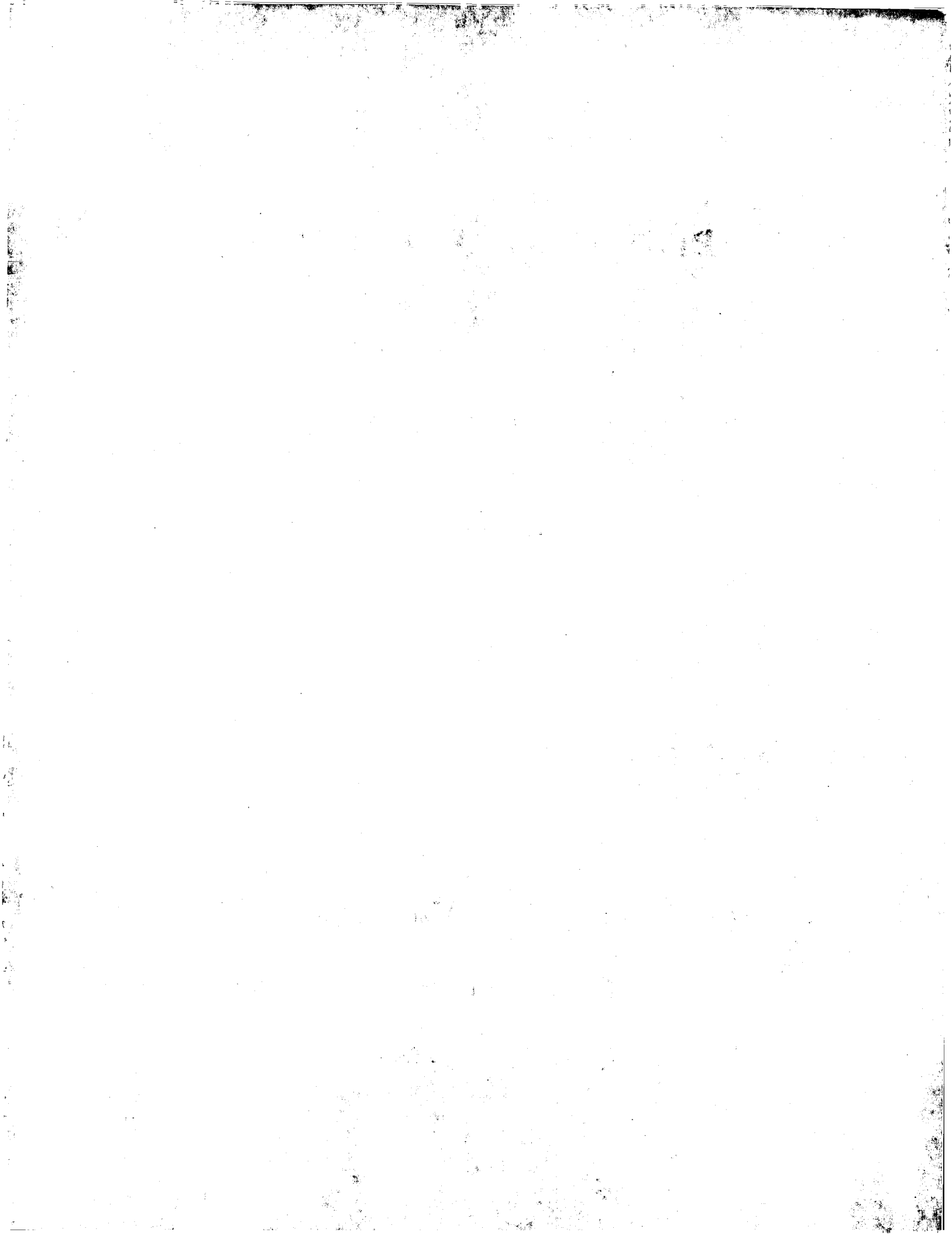
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



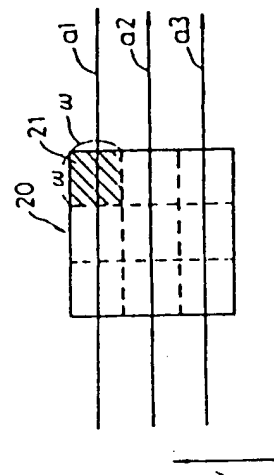
B29C 67/00L

(54) FORMING DEVICE FOR STEREOSCOPIC SHAPE

(11) 63-139729 (A) (43) 11.6.1988 (19) JP  
(21) Appl. No. 61-286839 (22) 3.12.1986  
(71) FUJITSU LTD (72) TAKASHI MORIHARA(2)  
(51) Int. Cl. B29C67.00/B29C35.08

**PURPOSE:** To equalize the distribution of irradiation energy of the whole picture elements, and to form a pattern having few irregularities and in uniform curing thickness by shaping the width of one picture element in width corresponding to the recording width of three or more of scanning lines.

**CONSTITUTION:** A picture element 20 constituting a stereo-shaped pattern is formed by three scanning lines a1, a2, a3 by laser beams. Unit recording width corresponding to a beam diameter and irradiated by one scanning line is represented by (w). That is, the picture element 20 has the width of treble as large as the unit recording width (w) corresponding to one scanning line in the by-scanning direction. Exposure timing is controlled so as to apply beams treble as long as (w) in the main scanning direction.



x: main scanning direction, y: by-scanning direction



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-139729

⑪ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)6月11日

B 29 C 67/00  
// B 29 C 35/087180-4F  
8415-4F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 立体形状形成装置

⑮ 特 願 昭61-286839

⑯ 出 願 昭61(1986)12月3日

⑰ 発 明 者 森 原 隆 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内⑱ 発 明 者 伊 丹 敏 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内⑲ 発 明 者 安 部 文 隆 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外3名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

立体形状形成装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 液状光硬化性樹脂(5, 6, 51)に対しレーザ光照射により位置を選択して該液状硬化性樹脂を指定位置の指定数の画素からなる形状に硬化させて立体形状体(8)を成形する立体形状形成装置において、前記画素の幅は1本のレーザ光照射による記録幅に対応した長さの少くとも3倍の長さであることを特徴とする立体形状形成装置。

2. 立体形状体(8)を複数層に分割して、各層毎に前記液状光硬化性樹脂(5, 6, 51)にレーザ光照射を行なって所定形状の立体形状体を形成するように構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の立体形状形成装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(目 次)

- ・ 概 要
- ・ 産業上の利用分野

・ 従来の技術

・ 発明が解決しようとする問題点

・ 問題点を解決するための手段

・ 作 用

・ 実施例

・ 発明の効果

( 概 要 )

本発明は光硬化性樹脂をレーザ光により露光して硬化物を生成し3次元立体情報を表示するための立体形状を形成する立体形状形成装置に係わり、特に立体情報の最小パターンである画素を形成するレーザ光走査本数を3本以上とすることにより硬化厚を均一に保ち、高精度の立体形状を形成可能としたものである。

(産業上の利用分野)

3次元的な立体情報を表示する方法として、ホログラフィーによる立体視表示、透視図表示、投影図表示および等高線表示等が広く用いられてい

る。これらはホログラフィーを除いて、いずれも3次元情報を2次元情報に変換する手順が含まれており、表示した立体形状を直感的に把握し十分に理解する上で必ずしも満足できる方法ではない。この点前記ホログラフィーは視覚的、直感的に上記の技法より有利であるが、立体形状を得るのに再生装置が必要であり、また、実在しない仮想物体を表示することが困難である。

このようなことから立体情報を直感的に把握し、理解し易く表示するためには、模型等の立体形状を作成することが最善である。立体模型を形成する方法として、光硬化性樹脂材にレーザビーム等により選択的に光照射を行ない、硬化させて複雑な立体模型形状を形成する方法が提案されている。このような形成方法においては、光硬化性樹脂に照射される光エネルギー（露光エネルギー）があるしきい値以上である場合に該光硬化性樹脂が硬化するが、このしきい値が変化すると硬化部分が変化し、精度の良い立体形状が形成できない。

従って、高精度の立体形状を得るためにはこの

しきい値以上の露光エネルギーを一定にして硬化量を全照射表面に対しほぼ均一とすることが必要である。

#### （従来の技術）

光硬化性樹脂を用い、レーザビーム照射により3次元的な立体情報を表示する模型形状を形成するには、まず第5図(a)に示すように昇降可能な副走査台2上に載置された樹脂収容容器1内に、作成すべき立体模型形状を幾つかの輪切り状に分割した厚さに対応する第1層分の液状光硬化性樹脂5を供給口7から供給する。該樹脂5表面が平坦になった後樹脂5表面が照射するレーザビーム4の焦点位置となるように副走査台2を上下方向に微調整する。

次に作成すべき立体模型形状を幾つかの輪切り状に分割した立体形状パターンデータに基づいて主走査方向及び副走査方向にレーザビーム照射を行い、選択的に露光硬化させた第一硬化層5aを形成する（第5図(b)）。

次に第5図(c)に示すように第2層分の液状光硬化性樹脂6を供給口7から供給する。該樹脂6表面が平坦となった後、該表面がレーザビーム4の焦点位置となるように再度、副走査台2を上下方向に微調整する。

次に、第5図(d)に示すように該樹脂6表面に前記立体形状パターンデータに基づいてレーザビーム照射を行い、選択的に硬化させた第2硬化層6aを形成する。

以下同様の工程を繰り返す、最終的に液状光硬化性樹脂中に積層状の立体硬化樹脂像を形成する。この立体硬化樹脂像を該液状光硬化性樹脂中より取り出し、洗浄溶液等で付着している液状光硬化性樹脂を洗い流すことにより、第5図(e)に示すように3次元的な立体情報表示用の立体模型8を作成している。

従来、このような立体形状形成装置において、立体形状パターンの最小単位である画素は、1本のレーザビーム走査線により構成されていた。即ち、1つの画素の副走査方向の幅はレーザビーム

径に対応した幅であり、主走査方向についてもこれと同じ幅になるように露光制御を行っていた。

#### （発明が解決しようとする問題点）

立体形状形成装置では、形成される立体形状は露光されるレーザビームのエネルギー分布に依存する。このため、凹凸の少ない均一な厚さの硬化物で層を形成するために、露光ピッチ(p)に比べ、主走査方向のビーム径( $d_w$ )を小さく、副走査方向のビーム径( $d_s$ )を大きくしたレーザビームで露光を行なっている。第6図は吸収係数 $1.8\text{ cm}^{-1}$ 、しきい値エネルギー $1.4\text{ mJ/cm}^2$ の樹脂に $d_w/p = 0.6$ 、 $d_s/p = 1.8$ のレーザビームを使用し、1画素硬化形状の最大硬化硬化厚 $550\text{ }\mu\text{m}$ を得るエネルギーで $2 \times 2$ 画素パターン42、 $3 \times 3$ 画素43パターンを露光したときの形状を表わしている。前記各硬化形状の最大硬化厚を表1に示す。画素数の増加に伴ない最大硬化厚は増加する。

このように従来形成する硬化物のパターンに依

じた硬化厚変化のため、上下層の接続において下層硬化形状の乱れや上下層の分離を生ずるという欠点があった。

表 1

露光パターン	最大硬化厚
1 画素	550 $\mu$ m
2 $\times$ 2 画素	609 $\mu$ m
3 $\times$ 3 画素	637 $\mu$ m

(問題点を解決するための手段)

本発明の原理を第1図に示す。立体形状パターンを構成する画素20は、レーザ光による3本の走査線a1, a2, a3により形成される。1本の走査線により照射されるビーム径に対応した単位記録幅はwである。即ち、画素20は、副走査方向について1本の走査線に対応する単位記録幅wの3倍の幅を有している。主走査方向については、wの3倍となる長さだけビーム照射するよう

に露光タイミングを制御する。即ち、1本のビーム走査線による単位照射領域21が主走査方向及び副走査方向ともに単位記録幅wとしたとき、画素20の幅は主走査方向及び副走査方向ともに単位記録幅wの3倍又はそれ以上とする。

(作 用)

1つの画素の幅を3本以上の走査線の記録幅に対応する幅とすることにより、即ち3本以上の走査ビームで走査することにより画素全体の照射エネルギー分布が均一化され凹凸の少ない様な硬化厚のパターンが形成される。

本発明の作用原理についてさらに説明する。光硬化性樹脂を露光し硬化させるとき、その硬化厚xは(1)式で表わされる。

$$x = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{E}{E_{th}} \quad (1)$$

ここでEは露光エネルギー、 $E_{th}$ は光硬化性樹脂のしきい値エネルギー、 $\alpha$ は光硬化性樹脂の吸収係数を表わす。この特性を図示したのが第2図

である。レーザビームを走査し露光するとき前述の第6図および表1に示したように画素数の大きなパターンほど最大硬化厚が増加するのは、隣接する画素への露光の影響を受け、各部の露光エネルギー((1)式のE)が増加するためである。したがって、露光の影響が及ぶ範囲から成る画素数を形成すべき立体の最小パターンとすることで、形成する全形状に対する露光の影響を一樣とすることができ、該画素数以上の全パターンの最大硬化厚を一定に保つことが可能となる。この結果、光硬化性樹脂露光時に、下層硬化形状の乱れや上下層の分離を防止し、高精度の立体形状の形成が可能となる。

(実施例)

本発明の実施例を第3図に示す。

図中31はレーザ装置、32はレーザビーム、33は光変調器である。レーザビーム32は光変調器33により強度変調され、レンズ35, 36を経てポリゴン(回転多面鏡)37で走査され、10

レンズ38により走査反射鏡39を経て収容容器50内の樹脂材51上に照射される。

以下、前述の第6図および表1の値をもとに実施例を示す。第6図および表1に示した吸収係数 $1.8 \text{ cm}^{-1}$ 、しきい値エネルギー $1.4 \text{ mJ/cm}^2$ の樹脂の場合形状データに従って光変調器33で変調されたレーザビームを露光し硬化物を生じるが、前述のように1画素から3 $\times$ 3画素パターンの露光では最大硬化厚は増加している。しかし、3 $\times$ 3画素パターン以上の硬化物ではその最大硬化厚は一定となり、隣接部への露光の影響は2画素分以上離れた部分までは及ばない。このことは4 $\times$ 4画素硬化形状の硬化深さを示す第7図のグラフから明らかである。

したがって、3 $\times$ 3画素パターン、4 $\times$ 4画素パターン、5 $\times$ 5画素パターンというように3 $\times$ 3画素以上の硬化形状は同一の最大硬化厚になるとともに、硬化形状の裾部分も同じ形状となる。

最小硬化形状を $1500 \mu\text{m} \times 1500 \mu\text{m}$ とする。これを3 $\times$ 3の単位照射領域のパターンで露光す

ば安定な状態となる。このとき、単位照射領域の寸法は $500\mu\text{m} \times 500\mu\text{m}$ となり、露光パターンは $500\mu\text{m}$ きざみで制御する。またレーザービーム径は主走査方向で $300\mu\text{m}$ 、副走査方向で $900\mu\text{m}$ である。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明に係る立体形状形成装置においては、硬化すべきパターンを $3 \times 3$ 以上の単位照射領域のパターンで形成しているため、パターンのほぼ全面に対し一様な硬化厚となり、下層に対する影響、各層間の分離等が防止され高精度の立体形状体が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理説明図、第2図は樹脂材に対する露光エネルギーと光硬化厚さとの関係特性図、第3図は本発明が適用される立体形状形成装置の構成図、第4図は画素パターンの説明図、第5図は本発明が適用される立体形状形成装置の動作説明図、第6図および第7図は露光ビーム画

素数と硬化深さの関係グラフである。

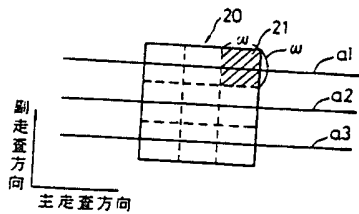
- 1...収容容器、
- 5, 6...樹脂、
- 8...立体模型、
- 20...画素、
- 21...単位照射領域、
- 31...レーザー装置、
- 51...樹脂材、
- 41, 42, 43...画素パターン。

特許出願人

富士通株式会社

特許出願代理人

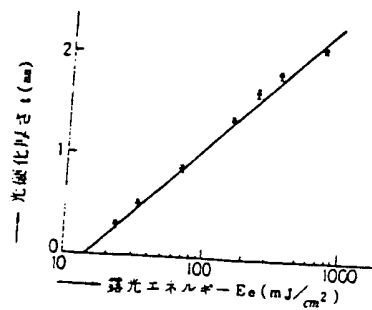
弁理士 青 木 朗  
 弁理士 西 舘 和 之  
 弁理士 内 田 幸 男  
 弁理士 山 口 昭 之



本発明の原理説明図

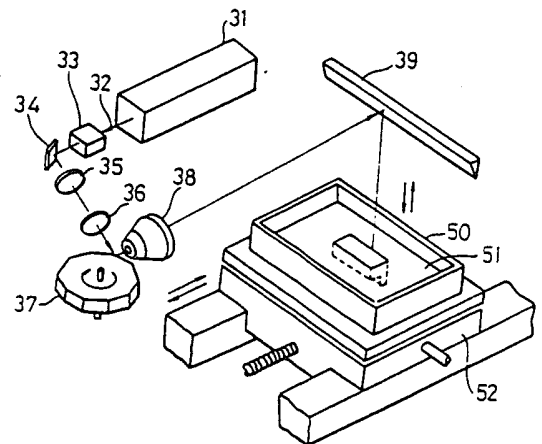
第1図

a1, a2, a3...走査線 20...画素 21...単位照射領域



樹脂材に対する露光エネルギーと光硬化厚さとの関係特性図

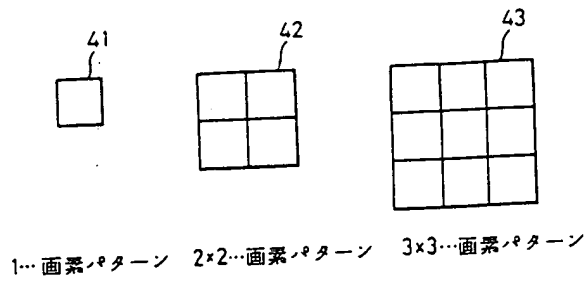
第2図



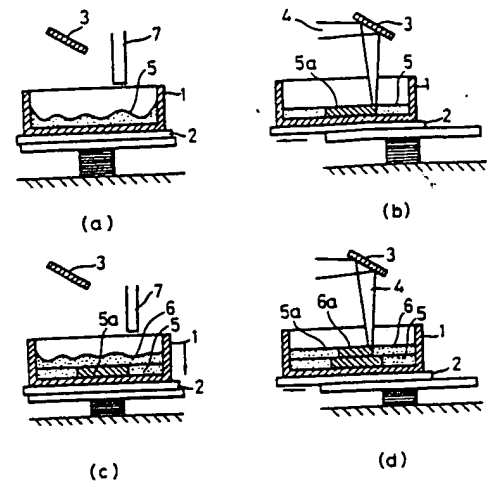
本発明が適用される立体形状形成装置の構成図

第3図

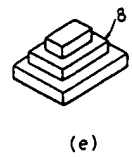
- 31...レーザー装置
- 32...レーザービーム
- 39...走査反射鏡
- 50...収容容器
- 51...樹脂材
- 52...副走査台



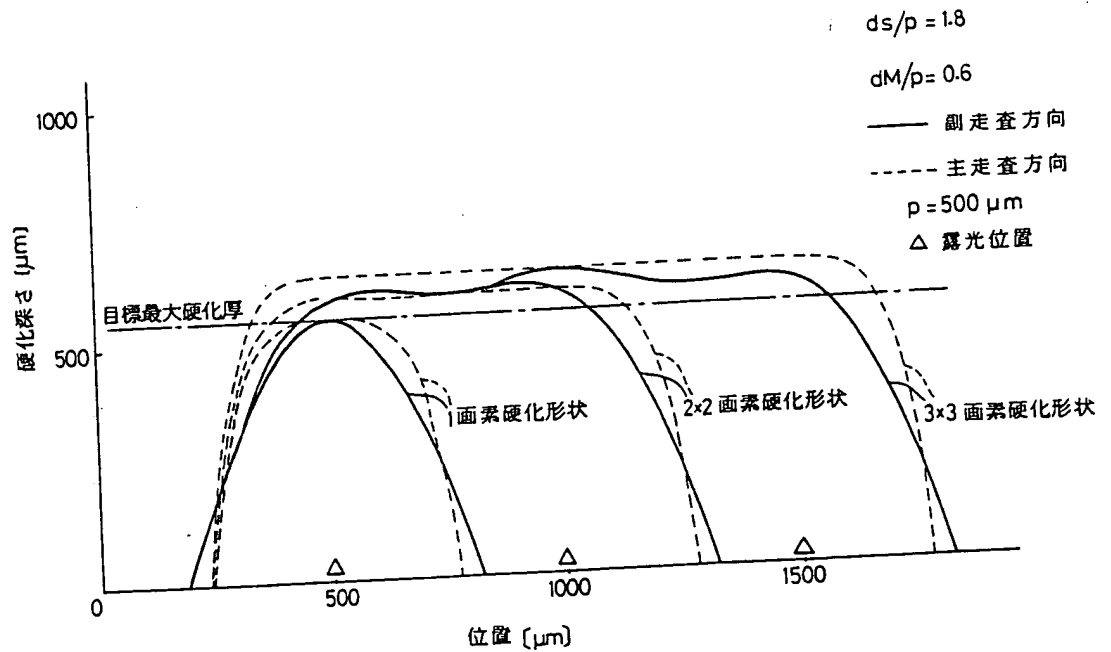
画素パターンの説明図  
第4図



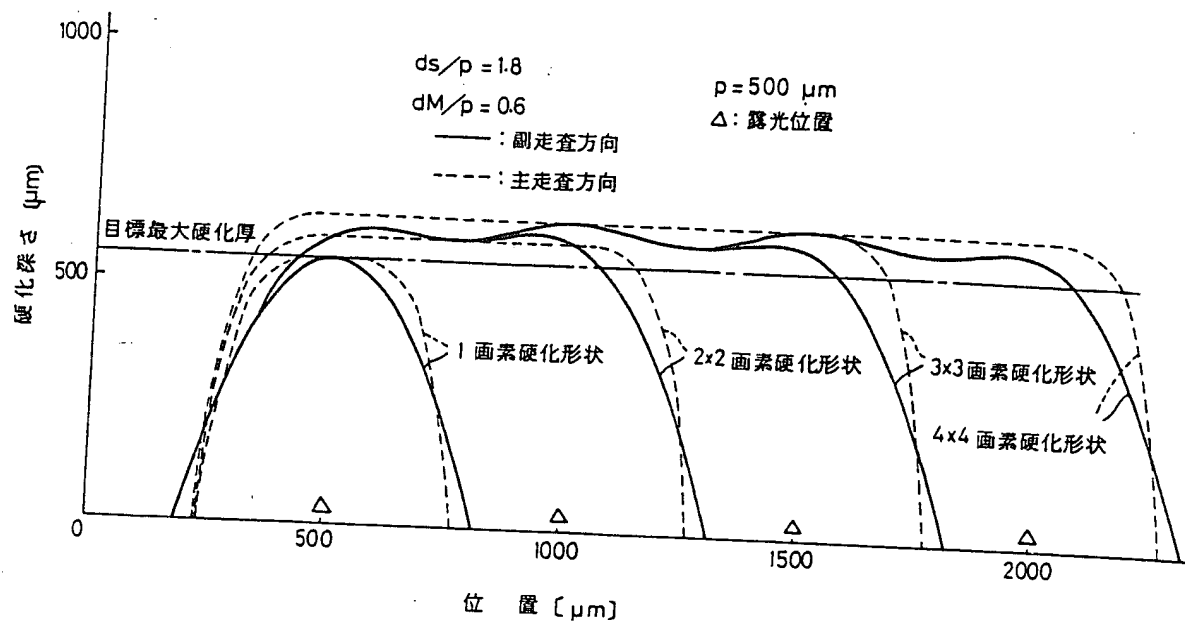
1...収容容器  
5, 6...樹脂  
5a, 6a...硬化樹脂  
8...立体模型



本発明が適用される立体形状  
形成装置の動作説明図  
第5図



露光ビーム画素数と硬化深さの関係グラフ  
第6図



露光ビーム画素数と硬化深さの関係グラフ

第7図